

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56—94243

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 N 21/35  
H 01 L 21/66

識別記号

庁内整理番号  
7458—2G  
6851—5F

⑬ 公開 昭和56年(1981)7月30日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 半導体中の不純物の観察方法

川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

⑯ 特 願 昭54—171038

⑰ 出 願 人 富士通株式会社

⑱ 出 願 昭54(1979)12月28日

川崎市中原区上小田中1015番地

⑲ 発 明 者 本田耕一郎

⑳ 代 理 人 弁理士 松岡宏四郎

明 細 書

1. 発明の名称

半導体中の不純物の観察方法

2. 特許請求の範囲

シリコンウェハーに、赤外線を照射し、この赤外線の吸収波長と、スペクトル形状より、シリコンウェハー中の酸素の析出形態を観察する方法において、19.5  $\mu\text{m}$  の吸収より、9.0  $\mu\text{m}$  の、格子間酸素による吸収スペクトル形状を求めて、析出物および格子間酸素の重なり合ったスペクトルより、上記格子間酸素の吸収スペクトルを減じることにより析出物による吸収スペクトルのみを観察することを特徴とする半導体中の不純物の観察方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は半導体中の不純物の観察方法、更に特定すれば、赤外領域の光を用いてシリコンウェハー中の酸素の存在形態を観察する方法である。

集積回路の高密度化、大規模集積化に伴い、Si基体中の結晶欠陥が素子の特性、

歩留りに及ぼす影響は、ますます大きくなってきている。この結晶欠陥を誘起する原因となる、不純物として酸素、炭素、重金屬などが挙げられており、特に酸素の影響が大きいと云われている。

Si結晶中の酸素、炭素など不純物の測定には、放射化分析法、赤外分光測定法などがあるが、このうち赤外分光測定法は、簡便な方法で、赤外線吸収スペクトルを観察し、その吸収強度より不純物濃度を算出することが出来る。即ち、Si結晶中に不純物として、酸素及び炭素が存在するとき、赤外線をこれに照射すると、窒素において、酸素で9.0  $\mu\text{m}$ 、炭素で16.5  $\mu\text{m}$ の波長の光が濃度に比例して吸収されるので、この吸収係数より、不純物濃度を決定することが出来る。第1図は、テコラルスキ法による、いわゆるCz(100)P型、(ボロンドープ)厚さ600  $\mu\text{m}$ のSiウェハーに9.0  $\mu\text{m}$ 領域の波長光を入射したときの吸収スペクトルである。横軸は波長、縦軸は透過率を示す。図中のI<sub>0</sub>およびIの値から、次式により吸収係数 $\alpha$ が求まる。

$$\alpha \cdot l = \epsilon n \frac{I_0}{I}$$

ここに  $l$  は試料の厚さで既知のものである。酸素濃度  $O_i$  についてはカイザー (Kaiser) によって与えられる次式により求められる。

$$O_i = \alpha \times 2.8 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$$

上式を適用して、吸収係数  $\alpha$  は

$$\alpha = 5.50 \text{ cm}^{-1} \text{ 従って酸素濃度は、} \alpha \times 2.8 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3} \text{ で、} 15.4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3} \text{ と算出される。}$$

ところで、結晶欠陥を誘起する大きな原因と考えられている酸素の吸収スペクトル観察は、基板 Si 結晶に種々の熱処理をほどこした試片とされることが多い。

そして、元の酸素濃度から熱処理によって、どれだけの濃度変化を生じたかを測定して、それより酸素の析出量を算出する方法が取られている。

第2図は、Cz(100)P型、厚さ600  $\mu\text{m}$  ウエハーに対して、窒素雰囲気中600℃96時間の熱処理を行なった後の9.0  $\mu\text{m}$  領域の赤外吸収スペクトルである。これより、 $\alpha = 2.78 \text{ cm}^{-1}$  酸

素濃度  $7.75 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  と算出され  $7.65 \text{ cm}^{-1} \times 10^{17}$  の析出があったことがわかる。この様に9.0  $\mu\text{m}$  の吸収を追跡することにより酸素濃度の変化を見ることが出来る。以上の方法で、酸素の析出量を求めることが出来るが、酸素がいかなる形態で析出するのかを求める事も重要な課題である。たとえば Si を長時間熱処理した場合、700℃以下の場合、一部分クリストバライト化したアモルファスの形態で、また、800℃以上の場合、クリストバライトの形態での析出が起こる。アモルファスの場合は、ブロードな、低いピークが観察され、クリストバライトの場合9.1  $\mu\text{m}$ 、8.16  $\mu\text{m}$  に2つのピークをもつ、スペクトル形状を示す。従って、析出物の形態によっては、そのスペクトルが9.0  $\mu\text{m}$  の酸素の吸収ピークと重なり合っている場合、析出形態の測定に不都合な場合が起こり得る。

本発明はかかる欠点を鑑み、酸素の吸収ピークと析出物による吸収ピークが重なる場合でも、析出物のみの吸収スペクトル形状を求めることがで

- 3 -

きる観察方法を提供せんとするものである。

この目的は本発明によればシリコンウエハーに赤外線を照射し、この赤外線の吸収波長とスペクトル形状より、シリコンウエハー中の酸素の析出形態を観察する方法において、19.5  $\mu\text{m}$  の吸収より、9.0  $\mu\text{m}$  の格子間酸素による、吸収スペクトル形状を求めて、析出物および格子間酸素の重なり合ったスペクトルより、上記、格子間酸素の吸収スペクトルを減じることにより析出物による吸収スペクトルのみを観察することを特徴とする半導体中の不純物の観察方法が提供される。

次に本発明を概略説明し、実施例により詳述しよう。

格子間に入り込んだ酸素の振動スペクトルは、9.0  $\mu\text{m}$  に吸収ピークを持つと同時に、19.5  $\mu\text{m}$  に他の振動モードの吸収スペクトルを持つ。この吸収強度は9.0  $\mu\text{m}$  の吸収強度との間に比例関係を持ち、(第3図)スペクトル形状は相似形である。この比例関係は、 $\alpha_{90 \mu\text{m}} \approx 3.7 \times \alpha_{195 \mu\text{m}}$  となる。このスペクトル形状については通常のローレンツ

- 5 -

- 4 -

Lorentz 形で近似される。従って、19.5  $\mu\text{m}$  の振動スペクトルのピーク高と半値幅を測定すると9.0  $\mu\text{m}$  の振動スペクトルの形態をも求めることが出来る。19.5  $\mu\text{m}$  のスペクトルの半値幅を  $\Gamma$  とすると、9.0  $\mu\text{m}$  のスペクトル、19.5  $\mu\text{m}$  のスペクトルはそれぞれ

$$y = \frac{\frac{a\Gamma}{2}}{(v-v_{19.5})^2 + (\frac{\Gamma}{2})^2} \cdot \frac{1}{\pi}, \quad y = \frac{\frac{\Gamma}{2}}{(v-v_{9.0})^2 + (\frac{\Gamma}{2})^2}$$

で与えられる。

ここで、 $v_{9.0} = 1110 \text{ cm}^{-1}$ 、 $v_{19.5} = 516 \text{ cm}^{-1}$ 、 $a = 3.7$  である。

従って、9.0  $\mu\text{m}$  の吸収と析出物のスペクトルが重なっている場合、上式であらわされるローレンツ型のスペクトルを減ずれば、析出物のピークを求めることが出来る。

本発明の方法は、上記赤外吸収の方法において19.5  $\mu\text{m}$  の酸素の吸収スペクトルに着目し、9.0  $\mu\text{m}$  の吸収スペクトル形状を求め、9.0  $\mu\text{m}$  帯のスペクトルより酸素による吸収スペクトルを減じて重なり合っている析出物による吸収スペクトル

- 6 -



形状を求める方法である。

以下、実施例により詳細に説明する。

Cz(100), P型, 600  $\mu\text{m}$  の Si ウエハーを用いる。

これを、800  $^{\circ}\text{C}$  で、96 H 熱処理を行なう。

通常 9.0  $\mu\text{m}$  付近の吸収スペクトル第4図の様

に、格子間酸素と、析出物の吸収スペクトルが重

なり合っている。19.5  $\mu\text{m}$  の吸収スペクトルを

測定すると第5図となり、吸収係数

$\alpha_{19.5} = 0.466 \text{ cm}^{-1}$ 、半値幅  $\Gamma = 4 \text{ cm}^{-1}$  となる。

これより、9.0  $\mu\text{m}$  の吸収スペクトル形状は

$$y = \frac{\left(\frac{4 \times 37}{2}\right)}{(v - 1110)^2 + \left(\frac{4 \times 37}{2}\right)^2} \times \frac{1}{\pi} \quad \text{となる。}$$

これを9.0  $\mu\text{m}$  帯のスペクトルより減ずると、第

6図となり、クリスタライトのスペクトルが明

瞭になる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の赤外分光測定法により測定した

シリコンウエハーの吸収スペクトル、第2図は熱

処理中で加熱した後のシリコンウエハーの吸収ス

ペクトル、第3図は9.0  $\mu\text{m}$  と19.5  $\mu\text{m}$  の吸収係

数の比例関係を示す図、第4図はより高温処理し

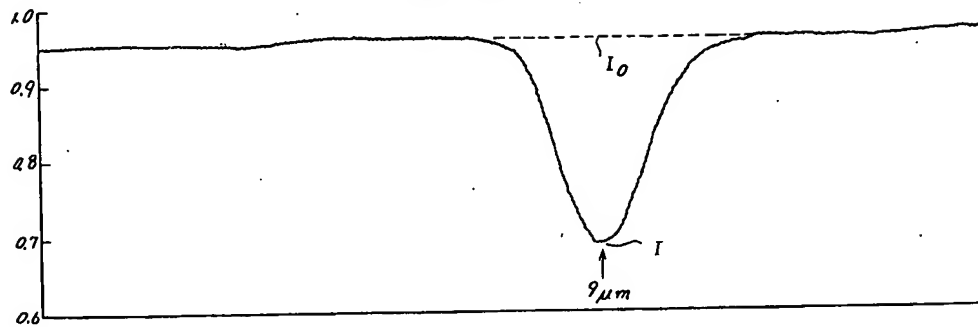
たシリコンウエハーの吸収スペクトル、第5図は

19.5  $\mu\text{m}$  近辺の吸収スペクトル、第6図は本発

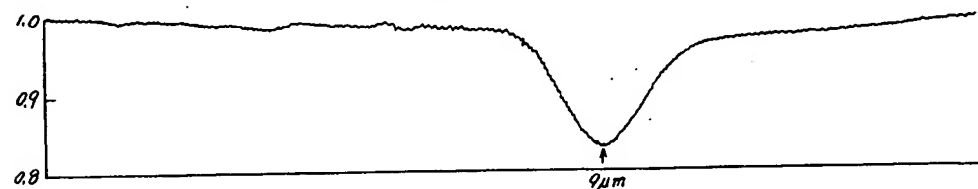
明にて求めた析出物のスペクトルである。

代理人 井理士 松 岡 宏四郎

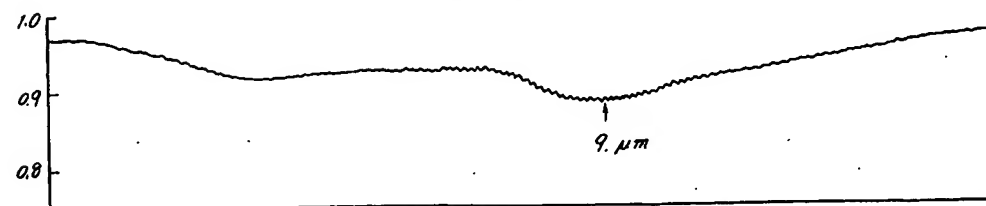
第1図



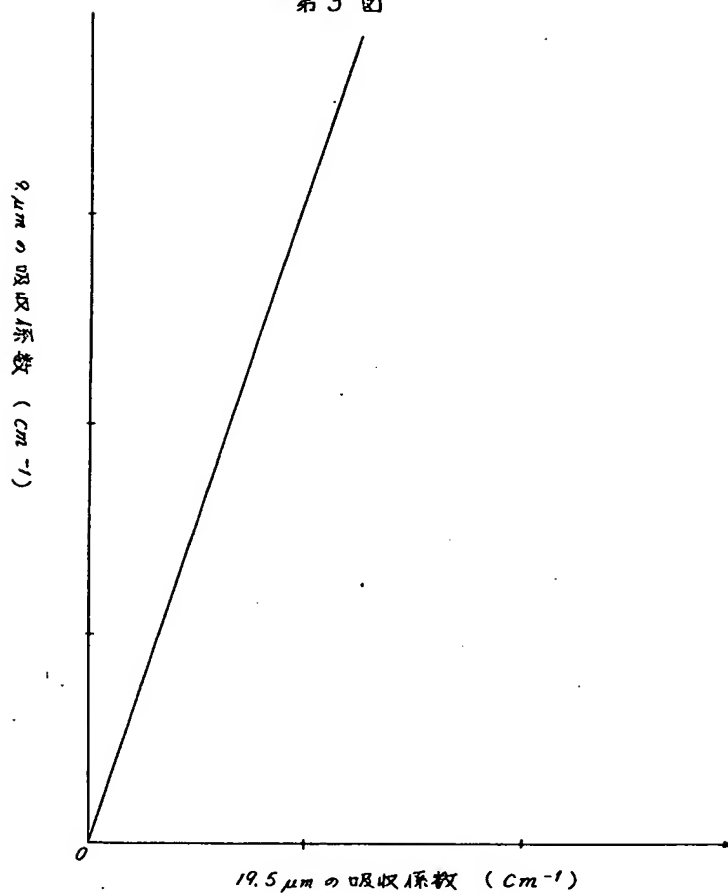
第2図



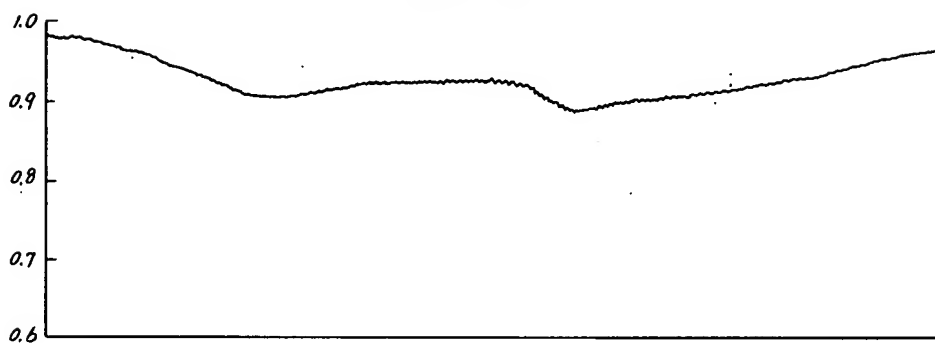
第4図



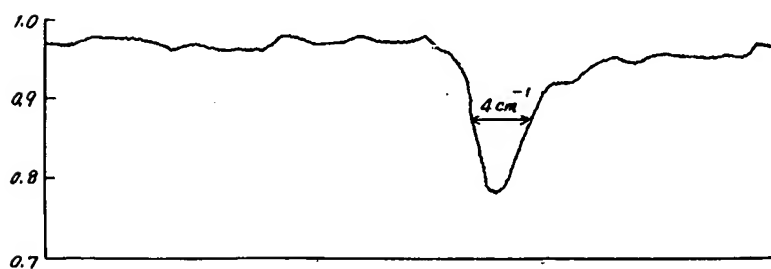
第3図



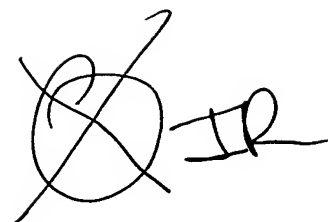
第6図



第5図



PAT-NO: JP356094243A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 56094243 A



TITLE: OBSERVING METHOD FOR IMPURITY IN SEMICONDUCTOR  
PUBN-DATE: July 30, 1981

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
HONDA, KOICHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME  
FUJITSU LTD

COUNTRY  
N/A

APPL-NO: JP54171038

APPL-DATE: December 28, 1979

INT-CL (IPC): G01N021/35, H01L021/66

US-CL-CURRENT: 250/341.4, 324/537

ABSTRACT:

PURPOSE: To enable the absorption spectral form of a deposit alone in a silicon wafer to be obtd. even if an absorption peak of oxygen overlaps with an absorption peak of the deposit by irradiating the wafer with infrared rays and detecting the absorption wavelengths and spectral form.

CONSTITUTION: A silicon wafer is irradiated with infrared rays, and the deposition form of oxygen in the wafer is observed from the absorption wavelengths of the rays and the spectral form. At this time, the absorption spectral form of interstitial oxygen at  $9.0\mu\text{m}$  is obtd. from absorption at  $19.5\mu\text{m}$ , and by subtracting the absorption spectrum of interstitial oxygen

from the spectrum of the overlap of a deposit and interstitial oxygen, the absorption spectrum of the deposit alone is observed.

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&Japio